

高處作業



Height Safety

屋頂作業---- 墜落危害預防

講師:許文昌

決定如何安全的在高處作業

你的工作必須在高處或接近無保護的邊緣？

假如你必需在高處或接近無保護的邊緣工作，而你有可能發生墜落，
因此你必需作以下的評估



SPANSET
建議你使用
工作限制系統

不會墜落
不會發生懸吊
無需救援
一切都沒問題

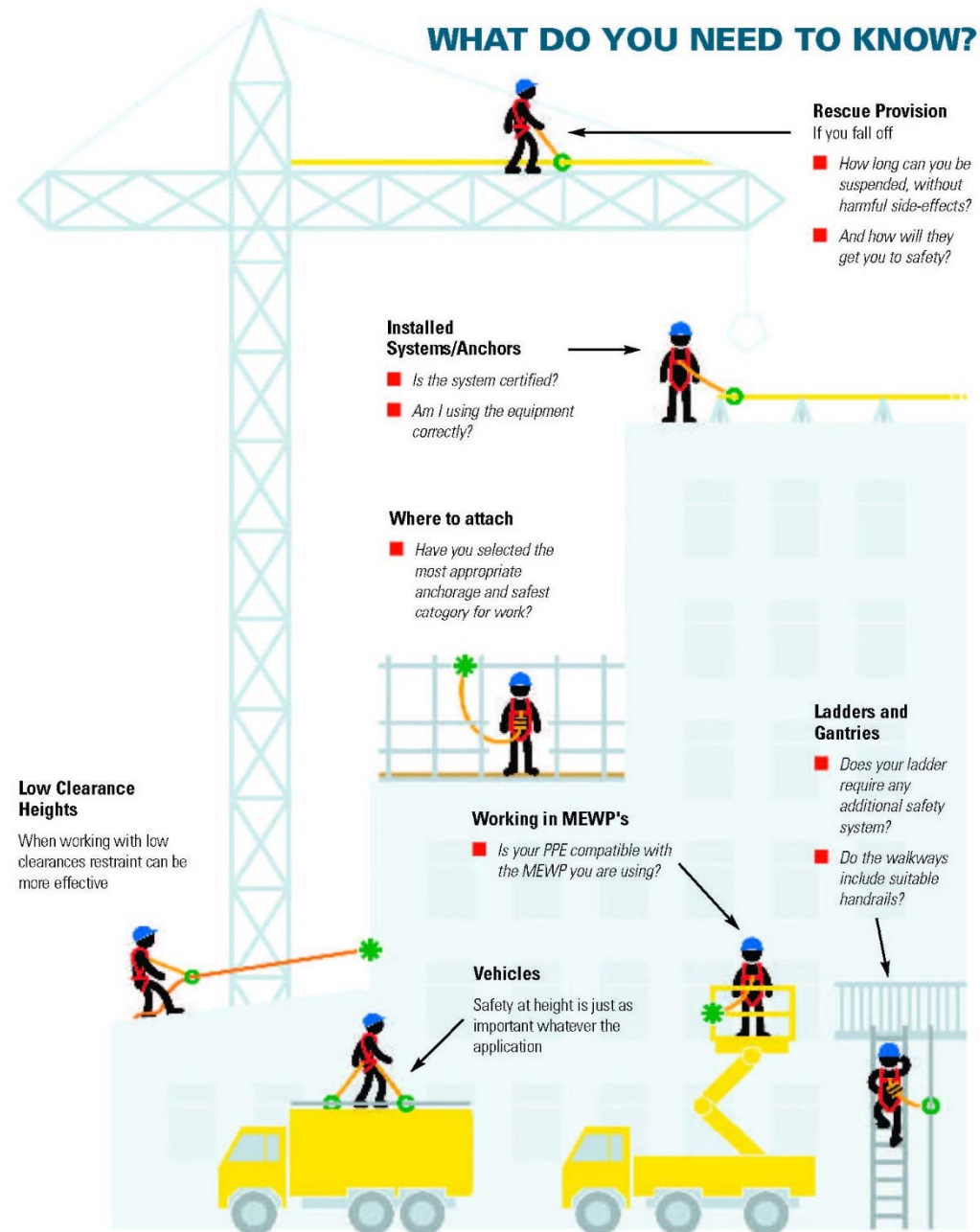
墜落保護

主動系統 VS 被動系統

被動系統:是一種集體保護措施,它是靜態的,設置在那裏,不管你用不用,它都在
例如護欄、安全網等

主動系統:是一種個人保護措施,它是動態的,隨著你移動,貼身保護你
例如安全帶、繫索、擒墜器等





高處作業保護種類

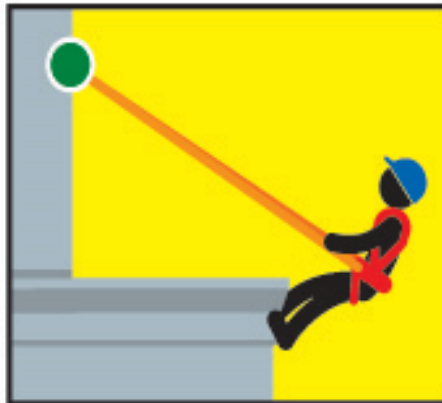


Work Restraint

This category of work covers techniques that restrict the movement of the user to prevent them approaching fall hazards. Careful assessment must be carried out first to identify all the relevant fall hazards. An effective technique will then provide an extremely high level of safety.

工作限制
CNS 7534?
CNS14253?

零風險



Work Position

Techniques in this category utilise equipment to suspend the user in their 'work position'. As the user is then suspended at height, careful selection of the equipment and adequate training are essential in order to provide an effective solution.

Work positioning techniques generally require an additional safety or back-up system. This must also be selected using the hierarchy, but it is quite common for fall arrest techniques to be chosen.

工作定位
CNS 7534

低風險



Fall Arrest

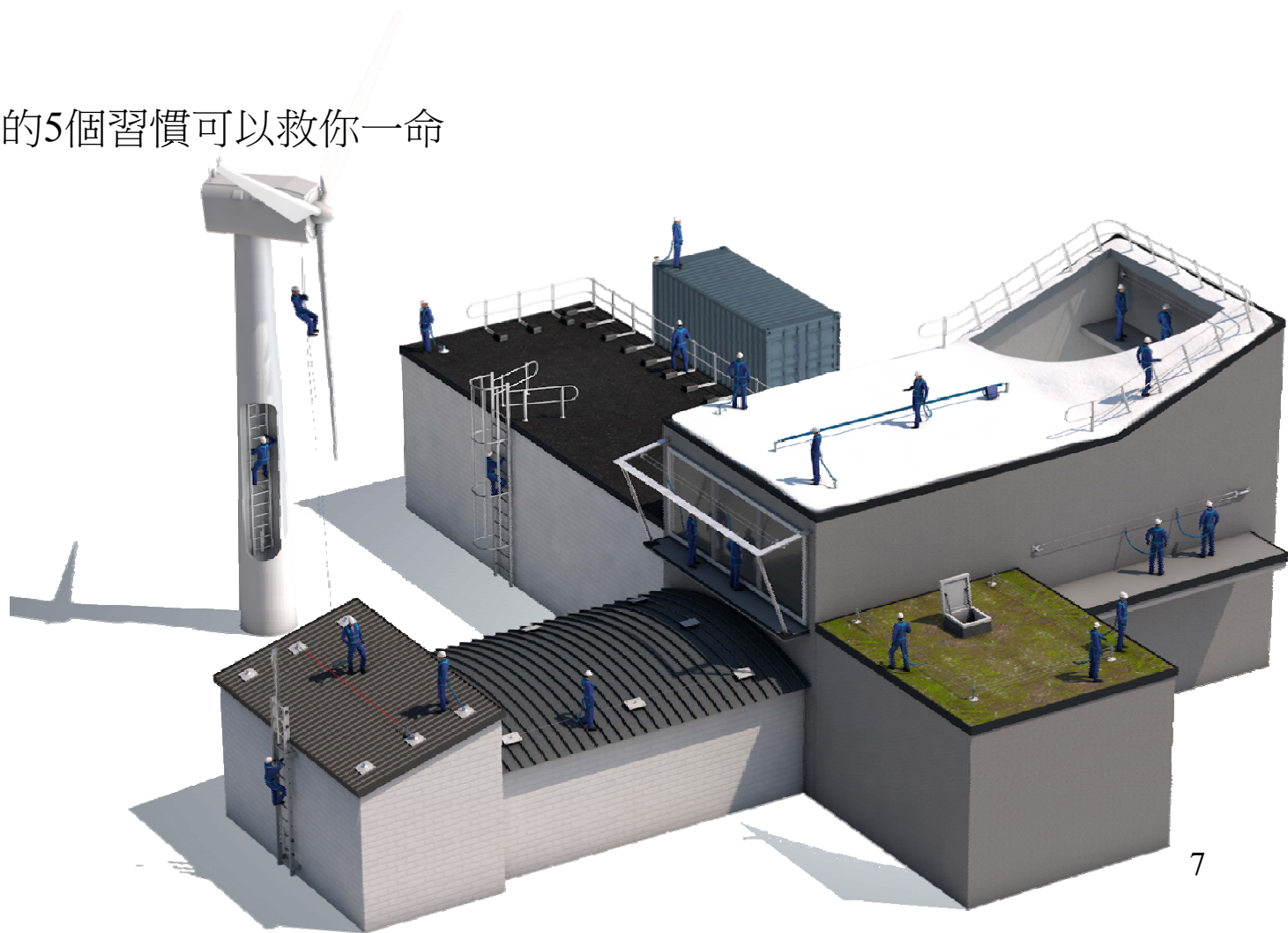
Fall arrest is the only category that actually allows a fall to take place. The fall arrest system then reacts by arresting the fall in a controlled manner. Careful consideration must be given to ensure that the system selected is suitable for use in the intended orientation and that there is adequate clearance height below the user to prevent contact with obstacles during a fall.

擒墜
CNS14253

高風險

屋頂作業----墜落危害預防

- 一. 如何安全到達高處的作業場所?
- 二. 屋頂作業保護措施
- 三. 救援計畫
- 四. 屋頂作業的5個習慣可以救你一命



一. 如何安全到達高處的作業場所？



一. 如何安全到達高處作業的作業場所？

營造安全衛生設施標準 23條

六、安全帶、安全母索及其配件、錨錠在使用前或承受衝擊後，應進行檢查，如有磨損、劣化、缺陷或其強度不符第一款至第三款之規定時，不得再使用。

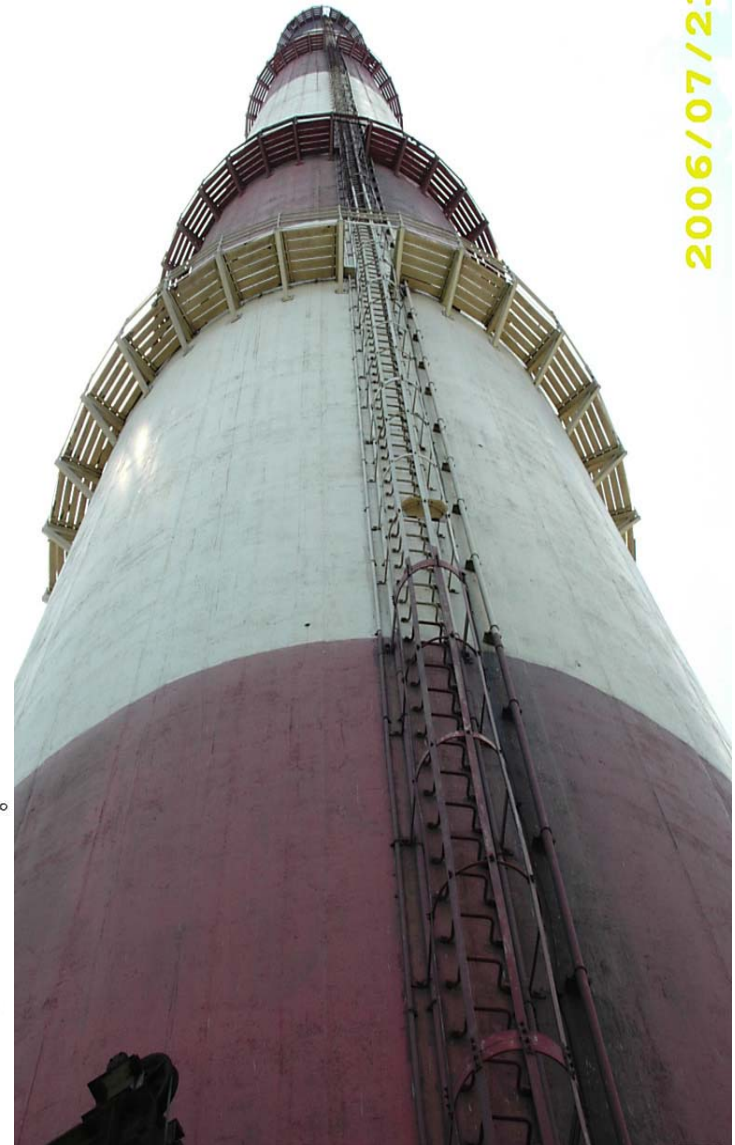
七、勞工作業中，需使用補助繩移動之安全帶，應具備補助掛鉤，以供勞工作業移動中可交換鉤掛使用。但作業中水平移動無障礙，中途不需拆鉤者，不在此限。

八、水平安全母索之設置，應依下列規定辦理：

- (一) 超過三公尺長者應設立中間杆柱，其間距應在三公尺以下。
- (二) 相鄰兩支柱或中間支柱間之安全母索只能供繫掛一條安全帶。
- (三) 每條安全母索能繫掛安全帶之條數，應標示於母索錨錠端。

九、垂直安全母索之設置，應依下列規定辦理：

- (一) 安全母索之下端應有防止安全帶鎖扣自尾端脫落之設施。
- (二) 每條安全母索應僅提供一名勞工使用。但勞工作業或爬昇位置之水平間距在一公尺以下者，得二人共用一條安全母索。



2006/07/23

一. 如何安全到達高處的作業場所？

勞工安全衛生設施規則

第三十七條 雇主設置之固定梯子，應依下列規定：

- 一、 具有堅固之構造。
- 二、 應等間隔設置踏條。
- 三、 踏條與牆壁間應保持十六·五公分以上之淨距。
- 四、 應有防止梯子移位之措施。
- 五、 不得有防礙工作人員通行之障礙物。
- 六、 平台如用漏空格條製成，其縫間隙不得超過三十公厘；超過時，應裝置鐵絲網防護。
- 七、 梯子之頂端應突出板面六十公分以上。
- 八、 梯長連續超過六公尺時，應每隔九公尺以下設一平台，並應於距梯底二公尺以上部分，設置護籠或其他保護裝置。但符合下列規定之一者，不在此限。
 - (一) 未設置護籠或其它保護裝置，已於每隔六公尺以下設一平台者。
 - (二) 塔、槽、煙囪及其他高位建築之固定梯已設置符合需要之安全帶、安全索、磨擦制動裝置、滑動附屬裝置及其他安全裝置，以防止勞工墜落者。

個人擒墜系統-----第4部：附設滑動式擒墜器之垂直軌道及垂直安全母索 (CNS 14253-4)

3.2 各種垂直安全母索(Vertical Lifelines)

3.2.1 垂直安全母索(Vertical Lifeline)

作為永久性或暫時性裝設，具有撓性之繩索。

3.2.2 永久性垂直安全母索(Permanent vertical lifeline)

3.2.3 暫時性垂直安全母索(Temporary vertical lifeline)

3.3 滑動式擒墜器

一種裝置設計用來裝接在垂直軌道或垂直安全母索上，以回應隨著攀爬移動而上下滑動，但對於墜落之突然動作卻可以自動鎖定在垂直軌道或垂直安全母索之上

3.12.3 個人擒墜系統(personal fall-arrest system)

由構件及次系統組裝而成，包括使用者穿著之全身背負式安全帶，當其結合成一串並連接至適當之錨定裝置時可以發揮抑止從高處墜落之功能。

備考：個人擒墜系統可以減少擒墜力道，控制整個墜落距離以避免撞擊地面或其他障礙物，並保持墜落人員於一種適當之墜落後姿態以方便救援。

個人擒墜系統-----第4部：附設滑動式擒墜器之垂直軌道及垂直安全母索 (CNS14253-4)

4.5 垂直安全母索之材料與構造

4.5.2 鋼索

供安全母索構造用鋼索材料之最小直徑應為8 mm。

4.5.3.4 對於鋼索之壓接索套、尺寸、材料型式、壓縮模（沖模）尺寸/壓力、套環在鋼索壓接位置，以及眼環尺寸之選擇應採用鋼索製造商建議之方式。

特別是建議對鋼質鋼索使用鋁索套，而不銹鋼纜索使用銅索套。

4.5.3.5 鋼索之末端應予熔焊、編結或作類似之加工以避免鬆開。熔焊應在製成眼環前實施

4.12.2 依附錄A進行試驗時，應注意以下事項：

(a) 包括任何垂直軌道或垂直安全母索之系統，其最大擒墜力道應為6 kN。

(b) 包括任何垂直軌道或永久性垂直安全母索之系統經測得（記錄）之墜落距離HD不得超過1.5 m。

一.如何安全到達高處的作業場所？

CNS14253-4(附設滑動式擒墜器之垂直軌道及安全母索)

a. 永久性垂直安全母索

連接索長度應不得超過23cm
墜落距離不超過1.5m
EN 353-1 墜落距離不超過1m

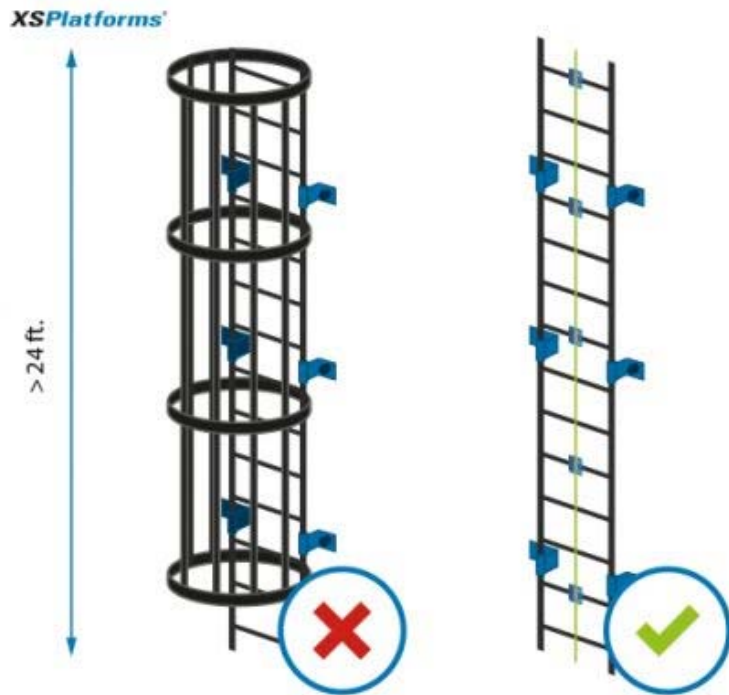
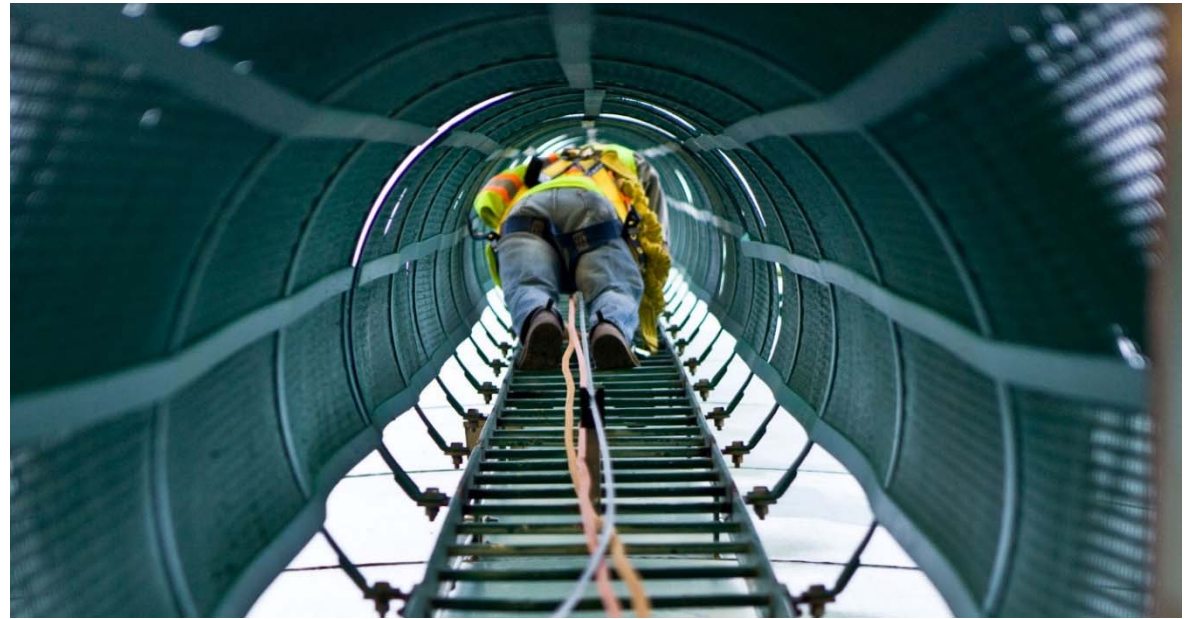


b. 暫時性垂直安全母索

連接索長度應不得超過100cm
墜落距離不超過2m
EN 353-2 墜落距離不超過3m



一.如何安全到達高處的作業場所？



OSHA final rule(1910 Subpart D)
The new “Walking-Working Surfaces and Personal Fall Protection Systems Final Rule” / OSHA Regulations, released in November 2016,
----These updated regulations give specific rules with respect to fixed ladders over 24'. Ladders must be equipped with personal fall protection systems while simultaneously phasing out ladder cages.

安全防護設備

- 2點全身式安全帶
- 抓索器
- 垂直導引索(連接索)



二. 屋頂作業保護措施

2.1 錨固點 vs 水平母索

2.2 工作限制 vs 擒墜

2.3 墜落系數與墜落保護系統

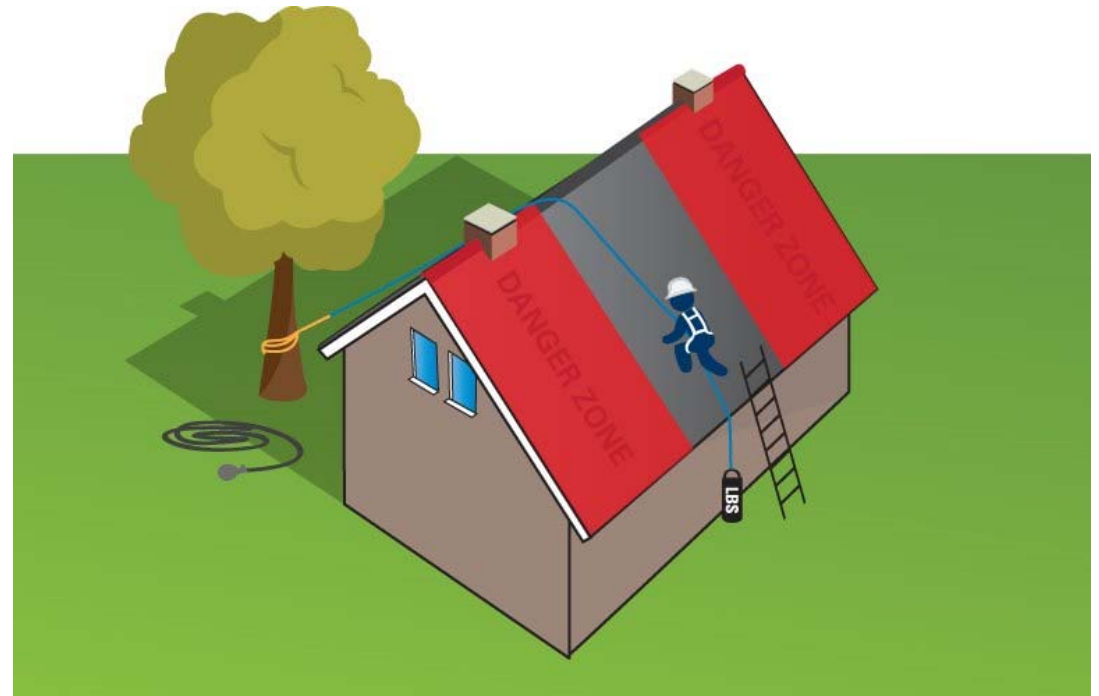


2.1 錨固點 vs 水平母索

2.1.1 錨固點

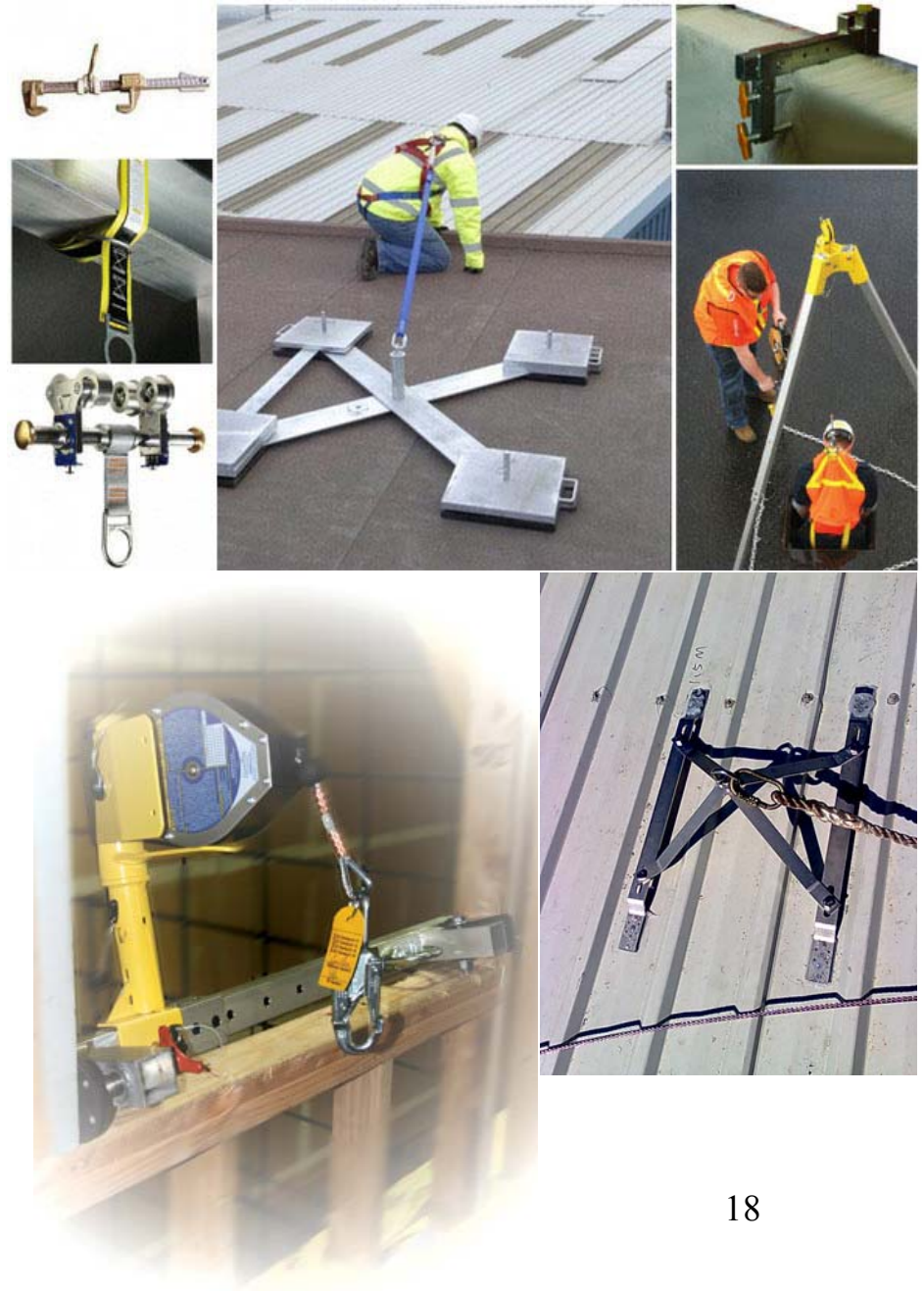
2.1.2 水平母索

2.1.3 預防墜落的鐘擺效應



2.1.1 錨固點(適當強度2300kg?5000lbs?1200kg?)

- 吊帶
- 門框錨固點
- 固定錨固點
- 型鋼錨固點
- 配重塊



2.1.1 錨固點

使用的防護設備

- 全身背負式安全帶
- 緩衝繫索
- 繫索(可調長度繫索/工作定位索)
(可調長度繫索/工作定位索) + 緩衝裝置?



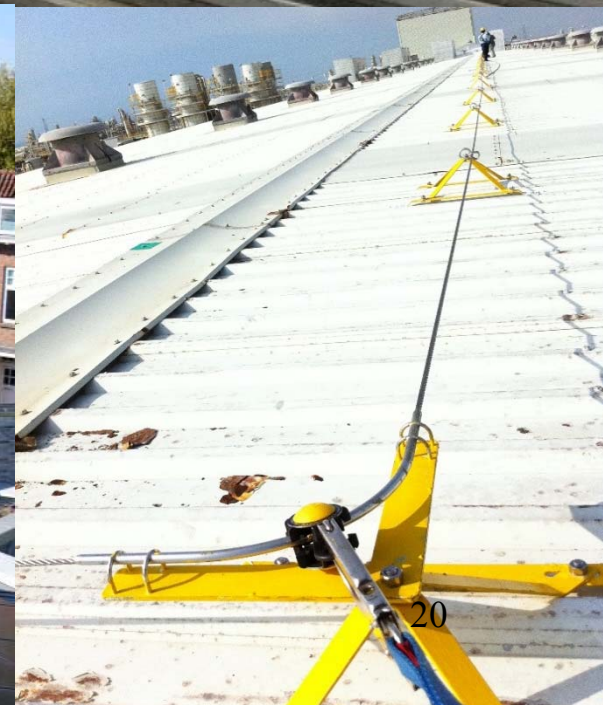
2.1.2 水平母索(需經專業評估裝設)

2.1.2.1 設置方式

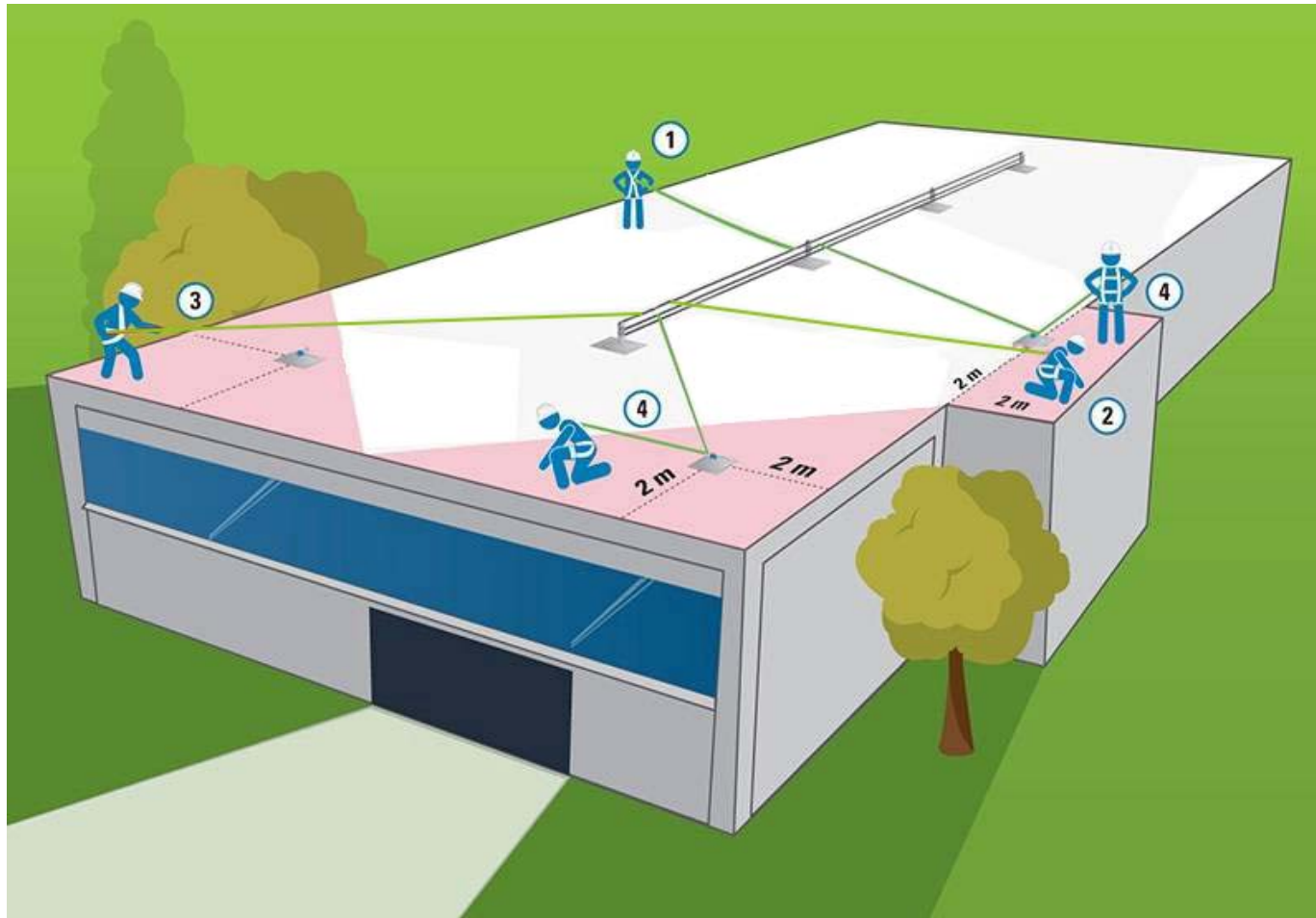
- [週邊系統](#)
- [屋脊系統](#)

2.1.2.2 使用的防護設備

- 全身式安全帶
- 緩衝繫索
- 工作定位索 + 緩衝裝置
- [活動連接器](#)

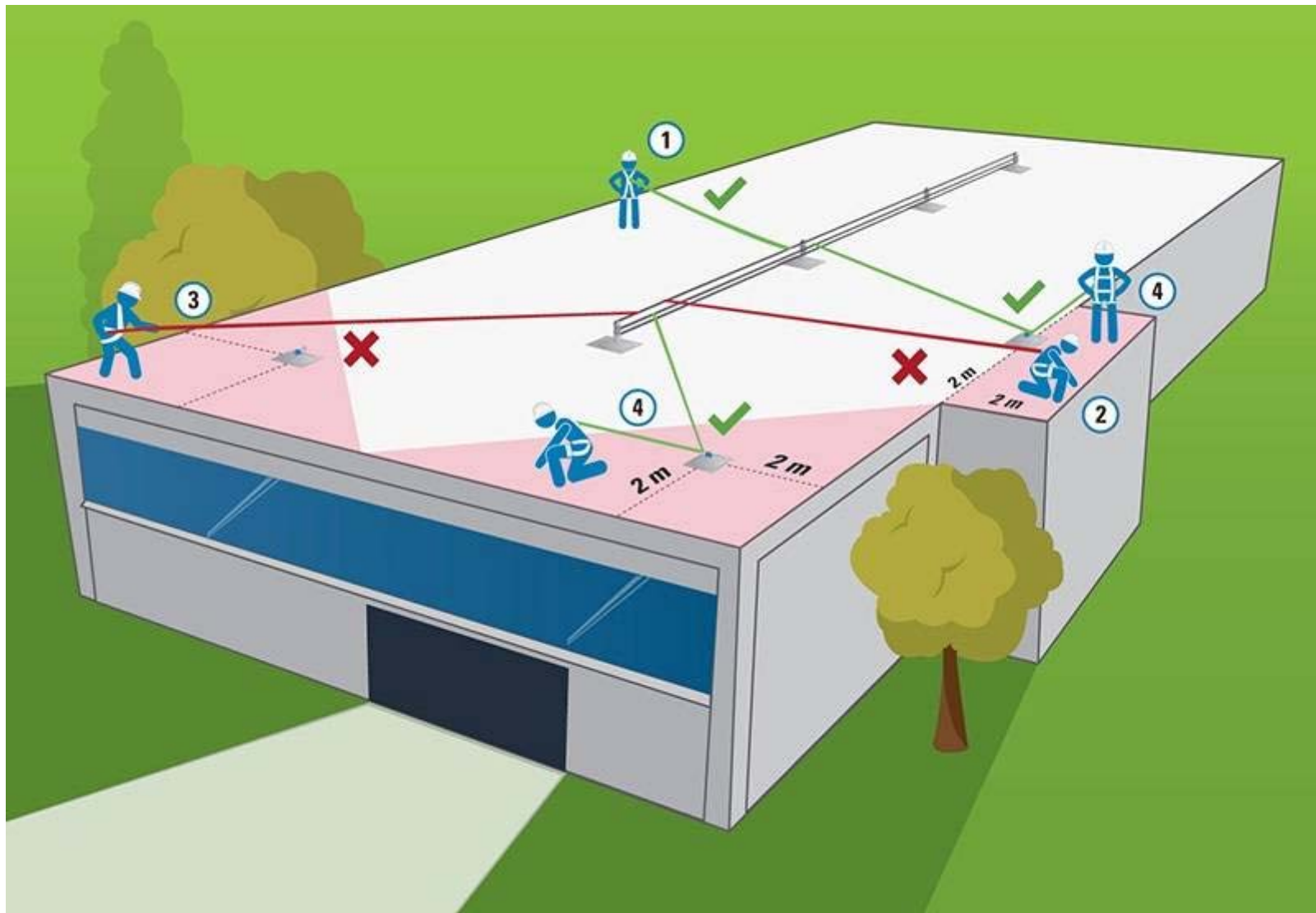


2.1.3 預防墜落的鐘擺效應



何者為不安全示範？

2.1.3 預防墜落的鐘擺效應



2.1 錨固點 vs 水平母索

設置護欄保護系統可行嗎？

設置錨固點 or 水平母索？

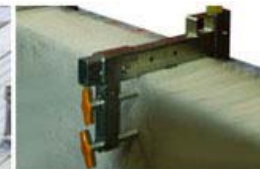
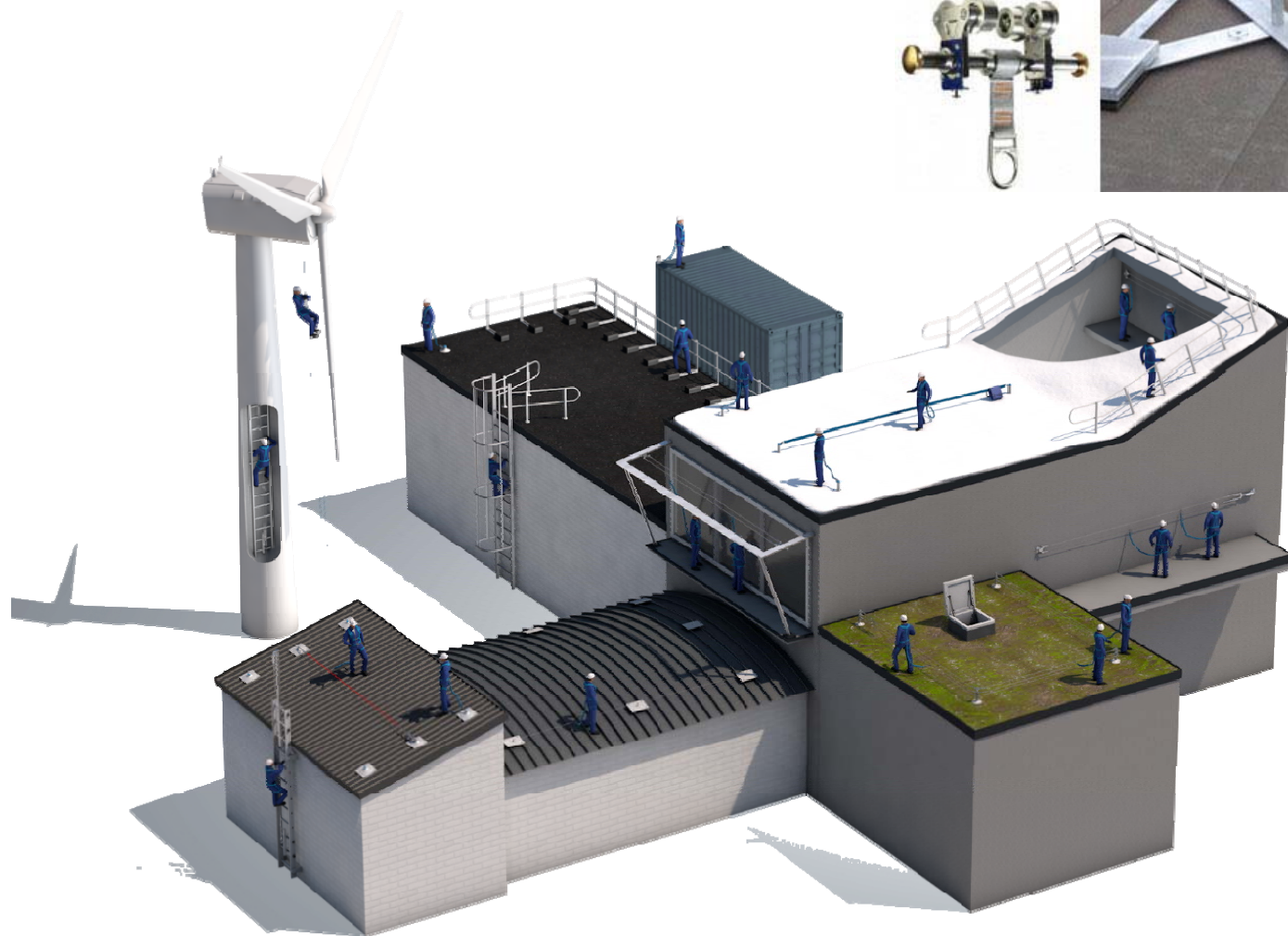
考慮的問題：

1. 會有多少人在高處作業？
2. 作業的動線？
3. 成本(經費預算)？

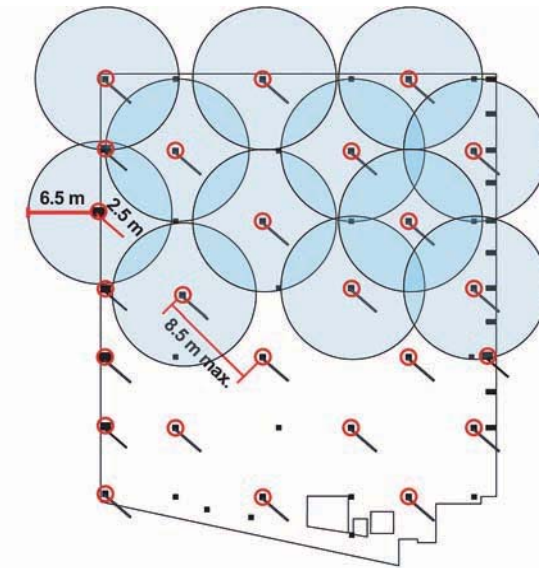
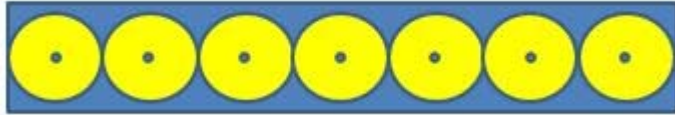


1. 會有多少人在高處作業？

1個人或一群人？



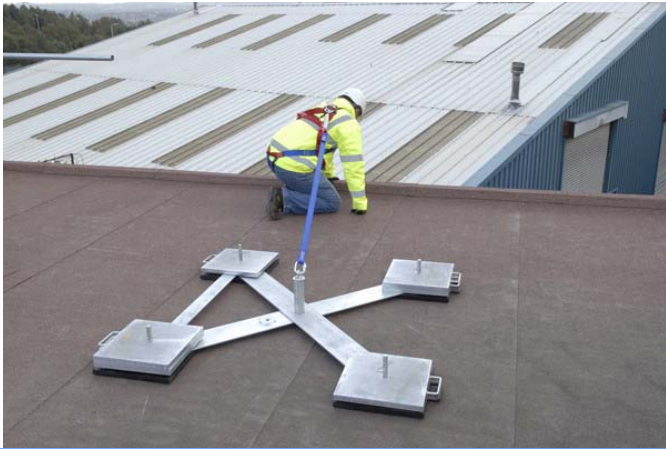
2. 作業的動線?



3. 成本(經費預算)?



錨固點設置須考慮因素



2.2 工作限制 vs 擒墜

2.2.1 工作限制

2.2.1.1 完全限制(Total Restraint)

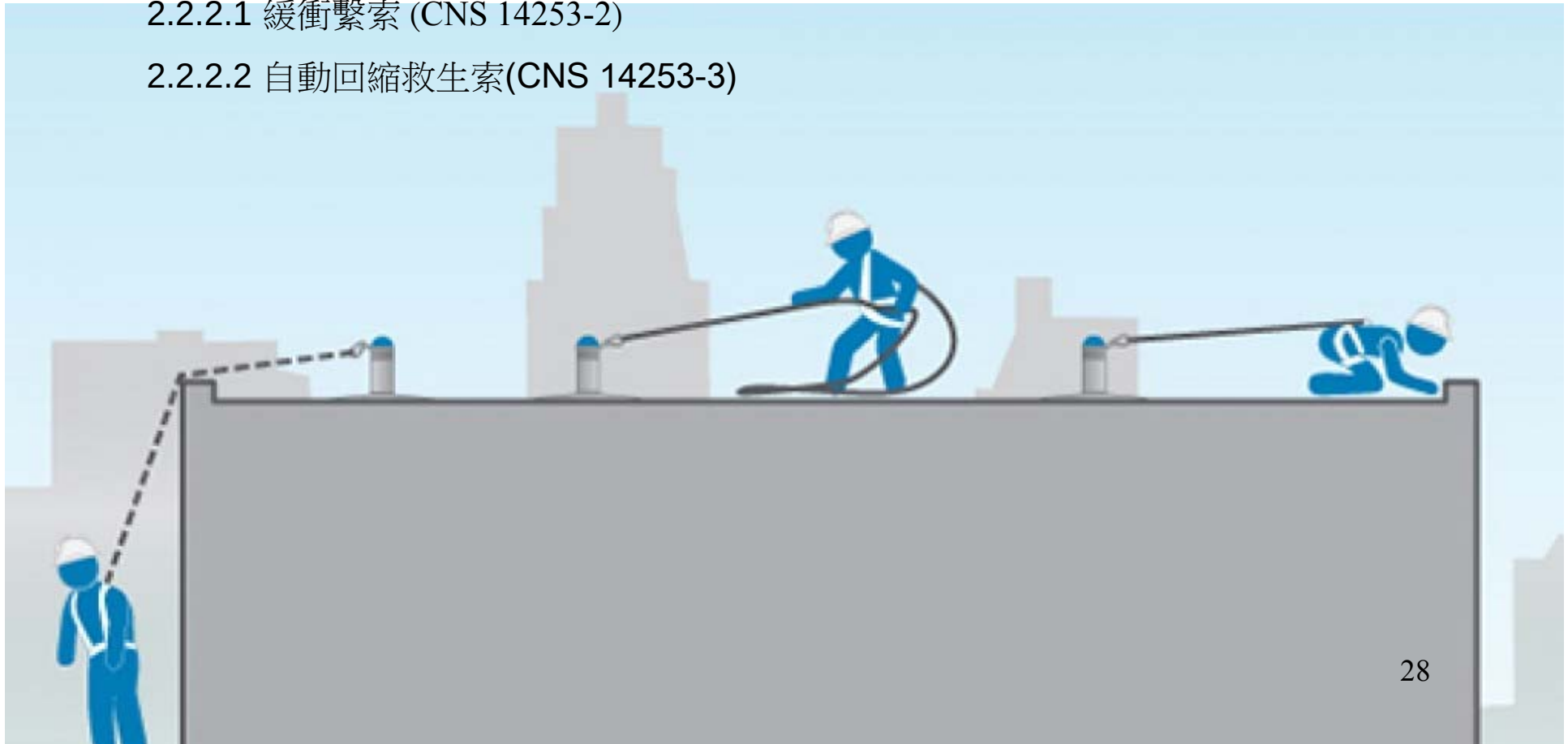
2.2.1.2 限制技術(Restraint Technique) (CNS 7534)

2.2.1.3 完全限制 vs 限制技術

2.2.2 擒墜

2.2.2.1 緩衝繫索 (CNS 14253-2)

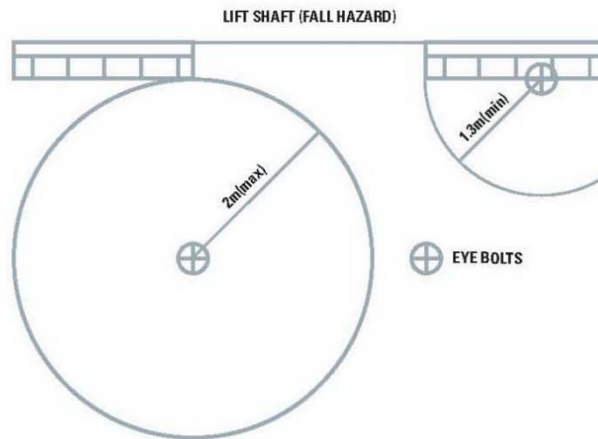
2.2.2.2 自動回縮救生索(CNS 14253-3)



2.2.1 工作限制

2.2.1.1 完全限制(Total Restraint)

Work Restraint Anchor Layout



Engineer standing upright showing lanyard taut

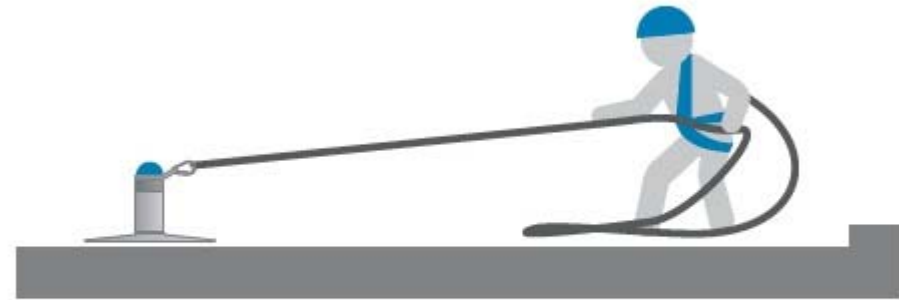


Engineer kneeling down next to hoistway opening with lanyard taut

2.2.1.2 限制技術(Restraint Technique)
(CNS 7534)



2.2.1.3 完全限制 vs 限制技術



Restraint system with adjustable lanyard

VS



Restraint system with fixed lanyard

2.2.2 擒墜

使用個人能量吸收器的重要

最大擒墜負載(MAL) VS 最大擒墜力道(MAF)



最大擒墜負載(MAL):

EN 795:2012

以100kg的重量測試，金屬錨固點需能承受12kN的靜態測試及 9kN的動態測試

ANSI Z359.1-2007

執行靜態測試時需能承受22.2 kN (5000 lbs)

最大擒墜力道(MAF)

EN 795:2012

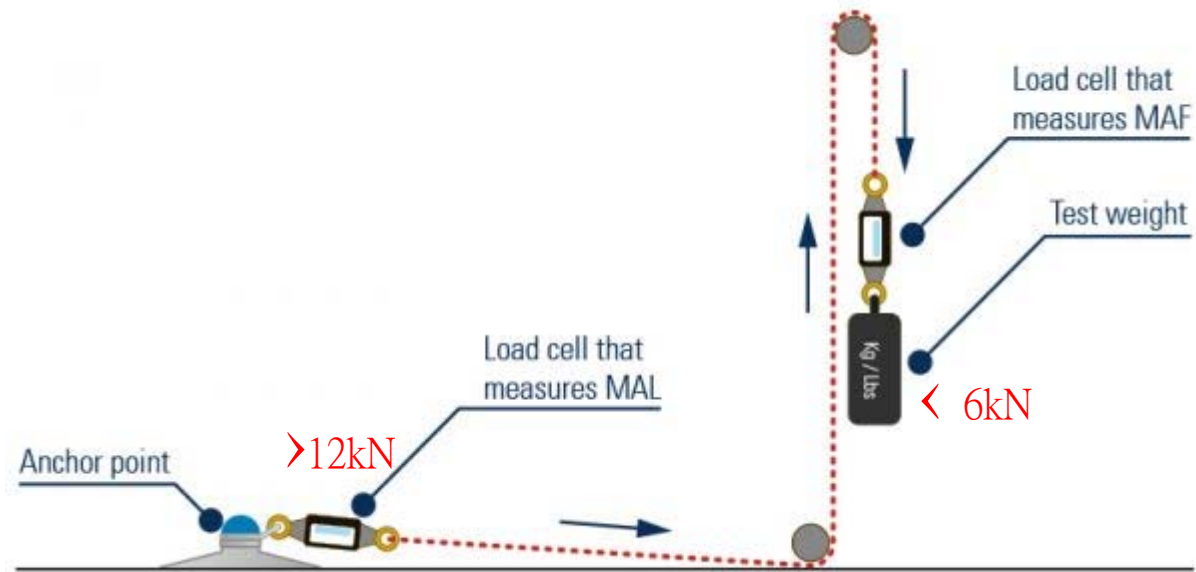
以100kg的重量測試，人員所能承受的最大力道不能大於6kN

ANSI Z359.1-2007

以100kg的重量測試，人員所能承受的最大力道不能大於8kN

2.2.2 擒墜

使用個人能量吸收器的重要



為能達到相關標準的要求，個人能量吸收器的使用是重要的關鍵

2.2.2 擒墜

個人能量吸收器的效果

Without PEA		With PEA
Fall distance (m / ft)	Force of impact (kN)	Force of impact (kN)
0.5 / 1.7	6.0	1.0
1.0 / 3.3	12.0	1.9
1.5 / 4.1	18.0	2.9
2.0 / 6.6	24.0	3.8

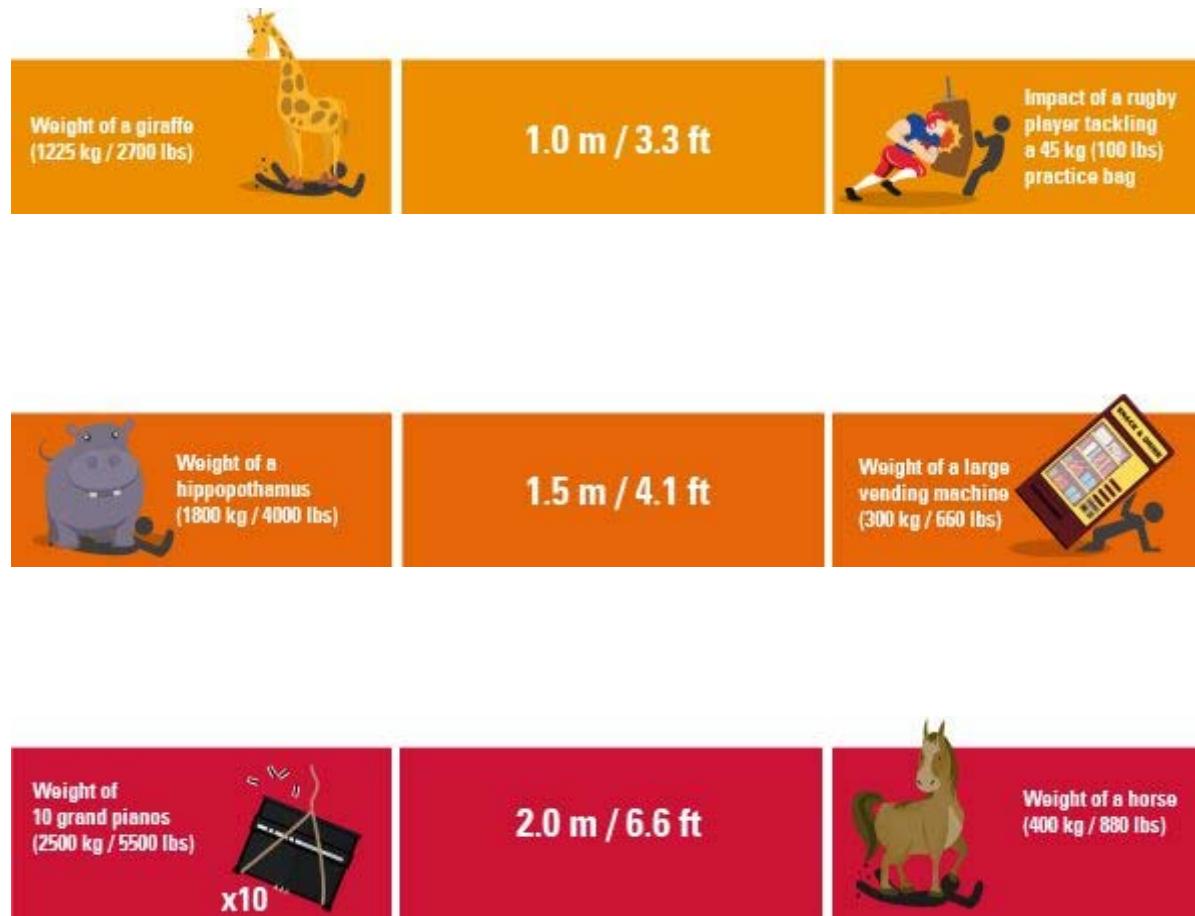
依據EN 795:2012以100kg的重量測試：by XSPlatforms

依據上數資料，使用個人能量吸收器能降低擒墜後身體的衝擊力達84%

2.2.2 擒墜

個人能量吸收器的效果

	Without PEA	With PEA
Fall distance (m / ft)	Force of impact (kN)	Force of impact (kN)
0.5 / 1.7	6.0	1.0
1.0 / 3.3	12.0	1.9
1.5 / 4.1	18.0	2.9
2.0 / 6.6	24.0	3.8



2.2.2 擒墜

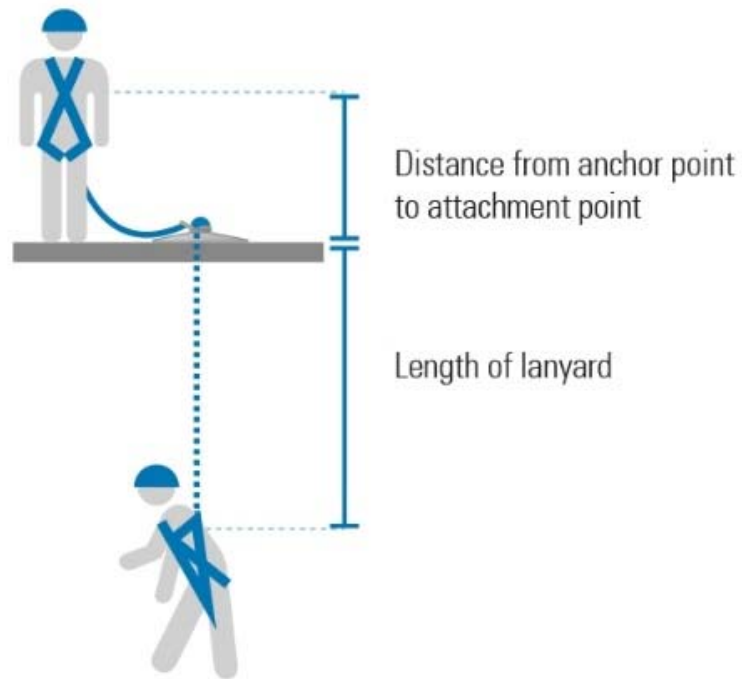
2.2.2.1 緩衝繫索(CNS 14253-2)

自由墜落距離(FF)

錨固點在擒墜掛接點上方 $FF = \text{繫索長度} - \text{錨固點與擒墜掛接點間的距離}$

錨固點在擒墜掛接點下方 $FF = \text{繫索長度} + \text{錨固點與擒墜掛接點間的距離}$

錨固點在擒墜掛接點等高 $FF = \text{繫索長度}$



決定自由墜落距離

2.2.2.1 緩衝繫索(CNS 14253-2)

假如擒墜掛接點距離錨固點1.2m

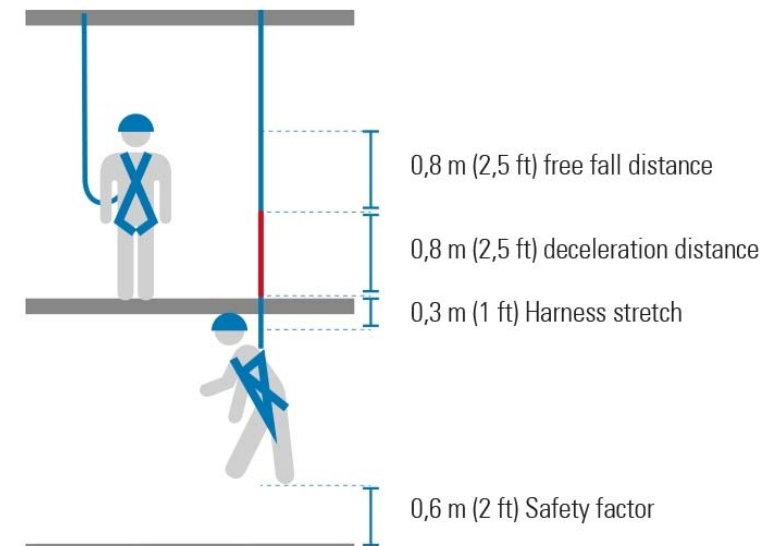
自由墜落距離 = 0.8m ((2m(繫索長度) – 1.2m)

減速距離 = 0.8m (緩衝裝置展開)

安全帶伸展 $\approx$ 0.3m

安全距離 = 0.6m

最小淨空高度 = 0.8m + 0.8m + 0.3m + 0.6m = **2.5m**



錨固點在擒墜掛接點上方

2.2.2.1 緩衝繫索(CNS [14253-2](#))

假如擒墜掛接點與錨固點等高(第一型?、第二型)

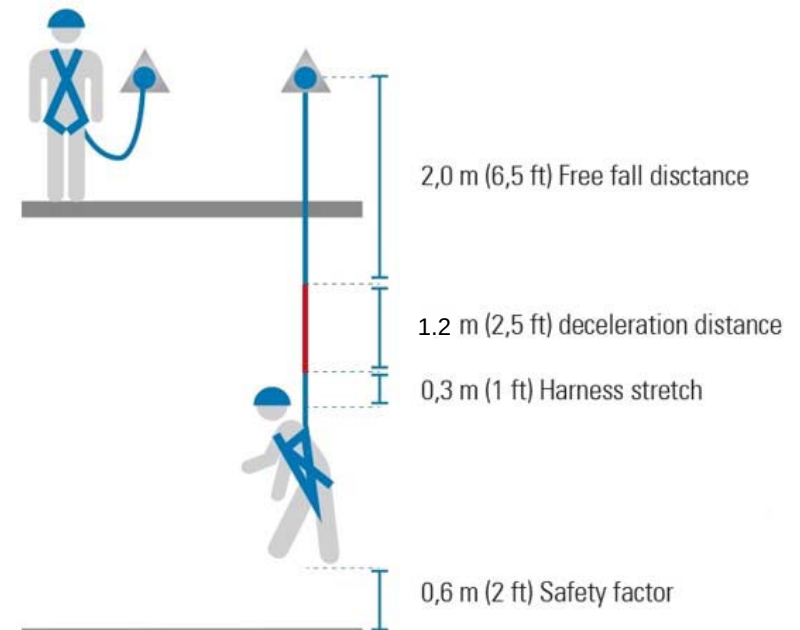
自由墜落距離 = 2m

減速距離 $\approx 1.2\text{m}$

安全帶伸展 $\approx 0.3\text{m}$

安全距離 = 0.6m

最小淨空高度 = $2\text{m} + 1.2\text{m} + 0.3\text{m} + 0.6\text{m} = 4.1\text{m}$



錨固點與擒墜掛接點**等高**

2.2.2.1 緩衝擊索(CNS 14253-2)

假如擒墜掛接點在腳平面的位置(第二型)

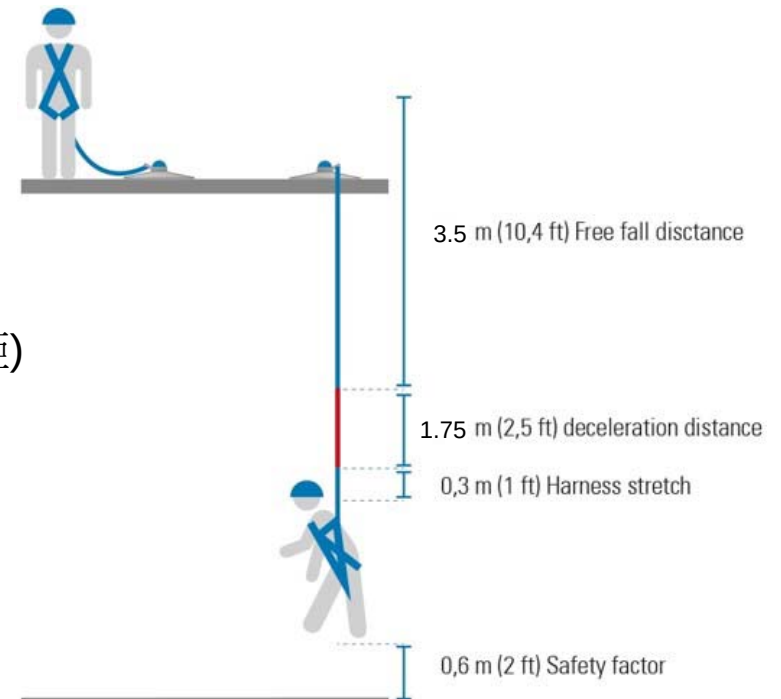
自由墜落距離 = 3.5m (繫索長度+錨固點與擒墜掛接點間距)

減速距離 = 1.75m (第二型緩衝裝置展開)

安全帶伸展 $\approx$ 0.3m

安全距離 = 0.6m

最小淨空高度 = 3.5m + 1.75m + 0.3m + 0.6m = **6.15m**



錨固點在擒墜掛接點下方

2.2.2 擒墜

2.2.2.2 自動回縮救生索(CNS 14253-3)

- a. 錨固點強度大於15KN
- b. 墜落衝擊力小於6KN
- c. 移動速度小於2.5M/SEC
- d. 作業範圍



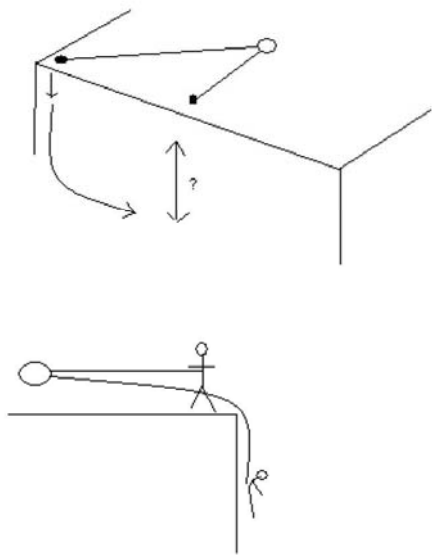
2.2.2 擒墜

2.2.2.2 自動回縮救生索(CNS 14253-3)

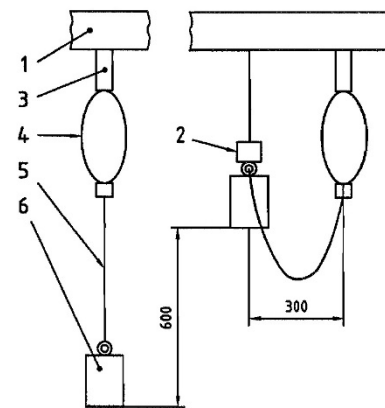
勞工安全衛生設施規則第二百八十一條

對於鋼構懸臂突出物、斜籬、二公尺以上未設護籠等保護裝置之垂直固定梯、局限空間、屋頂或施工架組拆、工作台組拆、管線維修作業等高處或傾斜面移動，應採用符合國家標準一四二五三規定之背負式安全帶及捲揚式防墜器(?)

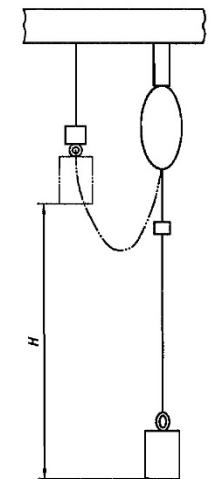
Fall Arrest Blocks - Horizontal



- Pendulum Effect
- Edge effects
- Fall Distance?
- Shock Load?
- No EN test
- Alternatives?



(a) 試驗塊釋放前位置



(b) 試驗塊於擒住後平衡位置

單位：mm

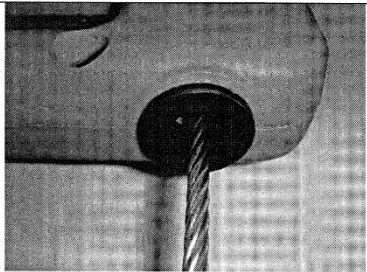
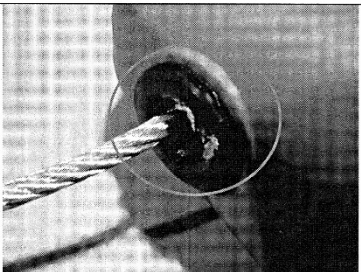
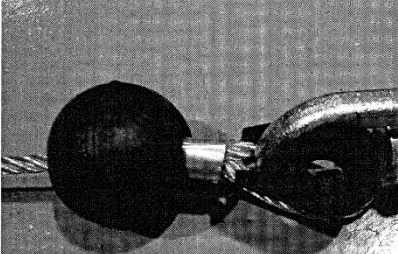
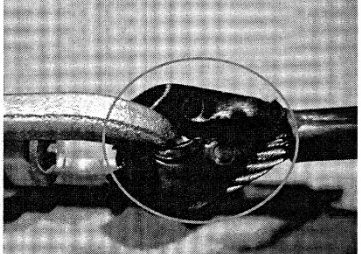
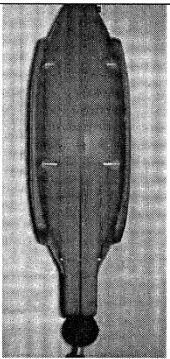
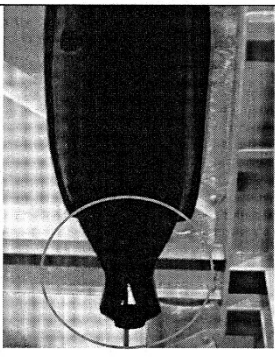
2.2.2 擒墜

2.2.2.2 自動回縮救生索(CNS 14253-3)

100kg砂包動態試驗數據

廠牌	生產國	長度 (M)	鋼索形式	力量 (kN)	距離 (m)	目視外觀
A	法國	10	鍍鋅鋼	5.21	1	無異狀
B	德國	6	鍍鋅鋼	2.12	1.85	無異狀
C	德國	9	鍍鋅鋼	3.6	1.2	無異狀
D	法國	10	鍍鋅鋼	2.93	1.65	貓眼破裂、有剝落物質
E	法國	20	鍍鋅鋼	4.6	1.95	貓眼破裂、有剝落物質、 出口端鋼索位置分離
F	法國	10	不銹鋼	2.77	1.75	貓眼破裂、有剝落物質
G	法國	25	鍍鋅鋼	5.69	1.55	無異狀
H	美國	12	鍍鋅鋼	4.03	1.45	無異狀
I	法國	10	不銹鋼	4.12	1.1	無異狀
J	法國	10	鍍鋅鋼	3.38	1.5	無異狀
K	亞洲國家	20	鍍鋅鋼	4.93	1.85	無異狀
L	亞洲國家	15	鍍鋅鋼	5.08	1.1	無異狀
平均				4.04	1.495	

取材自:勞研所研究報告資料

D、E、 F 廠牌	受力前	受力後
出口環		
貓眼		
外殼		

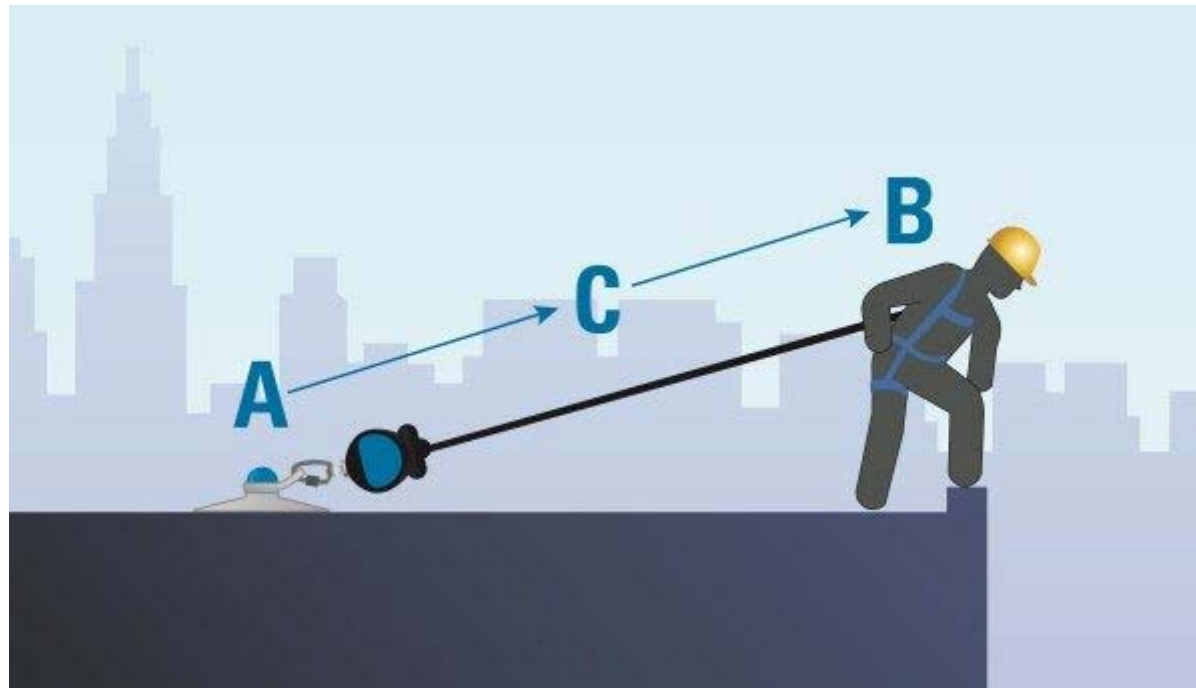
2.2.2 擒墜

2.2.2.2 自動回縮救生索(CNS 14253-3)

勞工安全衛生設施規則第二百八十一條

對於鋼構懸臂突出物、斜籬、二公尺以上未設護籠等保護裝置之垂直固定梯、局限空間、屋頂或施工架組拆、工作台組拆、管線維修作業等高處或傾斜面移動，應採用符合國家標準一四二五三規定之背負式安全帶及捲揚式防墜器(?)

屋頂作業可不可以使用？可用於不易踏穿屋頂限制距離用



2.2 工作限制 vs 擒墜

勞工安全衛生設施規則第二百八十一條

對於鋼構懸臂突出物、斜籬、二公尺以上未設護籠等保護裝置之垂直固定梯、局限空間、屋頂或施工架組拆、工作台組拆、管線維修作業等高處或傾斜面移動，應採用符合國家標準一四二五三規定之背負式安全帶及捲揚式防墜器(?)



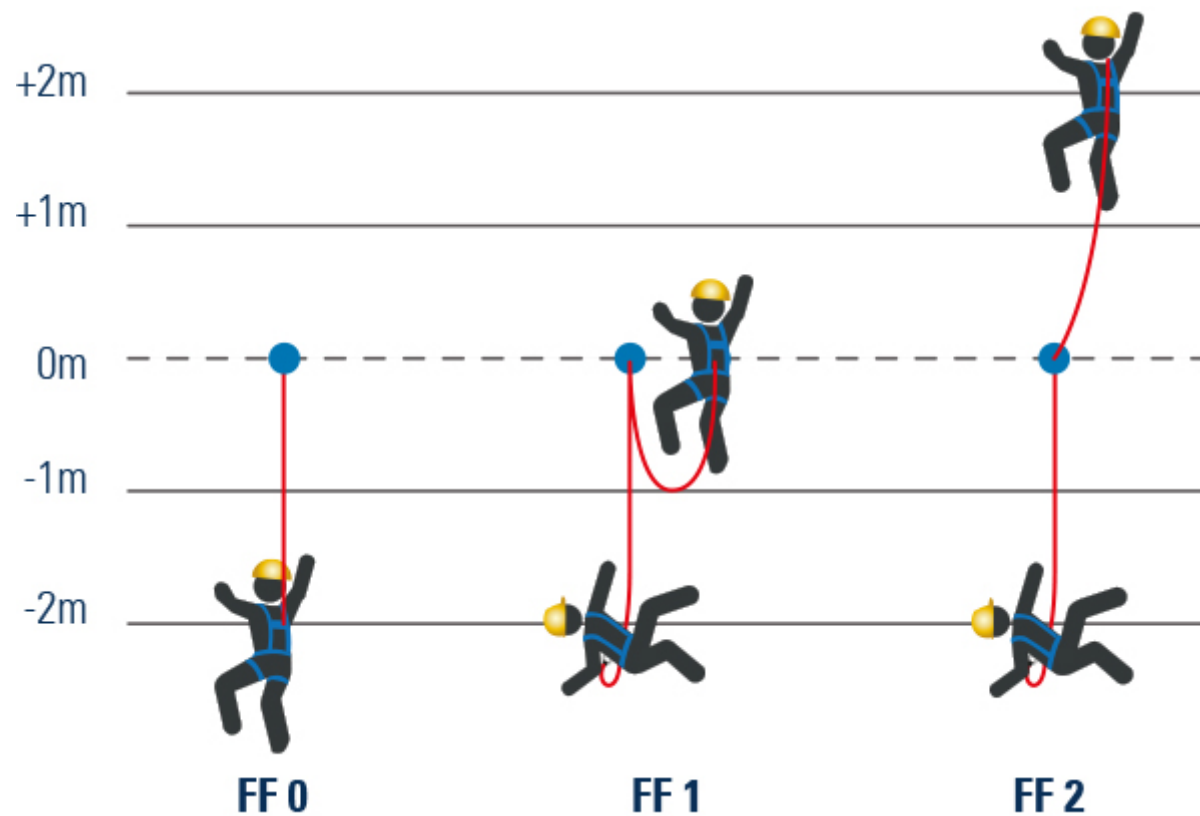
何者更安全?你可以選擇

2.3 墜落系數與墜落保護系統

何謂墜落系數(FF)?

就是 **墜落距離 / 繫索的長度**

$$\text{Fall factor} = \frac{\text{Height of the fall}}{\text{Length of the rope}}$$



2.3 墜落系數與墜落保護系統

例 1：繫索長度2m / 墜落距離 0m

$$\frac{0 \text{ meters (0 ft) fall height}}{2 \text{ meters (6,5 ft) of rope}} = \text{Fall factor 0}$$

例 2：繫索長度2m / 墜落距離 2m

$$\frac{2 \text{ meters (6,5 ft) fall height}}{2 \text{ meters (6,5 ft) of rope}} = \text{Fall factor 1}$$

例 3：繫索長度2m / 墜落距離 4m

$$\frac{4 \text{ meters (13 ft) fall height}}{2 \text{ meters (6,5 ft) of rope}} = \text{Fall factor 2}$$

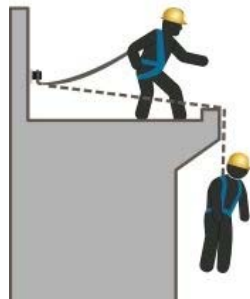
2.3 墜落系數與墜落保護系統



墜落系數0

在結構物下方作業時

建議使用自動回縮救生索



墜落系數1

只能吊掛在肩膀高度的錨固點作業時

建議使用能量吸收裝置如緩衝擊索

● 第一型(墜落距離 < 1.8m)

● 第二型(墜落距離 > 1.8m)



墜落系數2

如在屋頂以水平母索為錨固點作業時建議使用

1. 緩衝擊索第二型

2. 限制技術(工作定位索) + 緩衝裝置

三.救援計畫

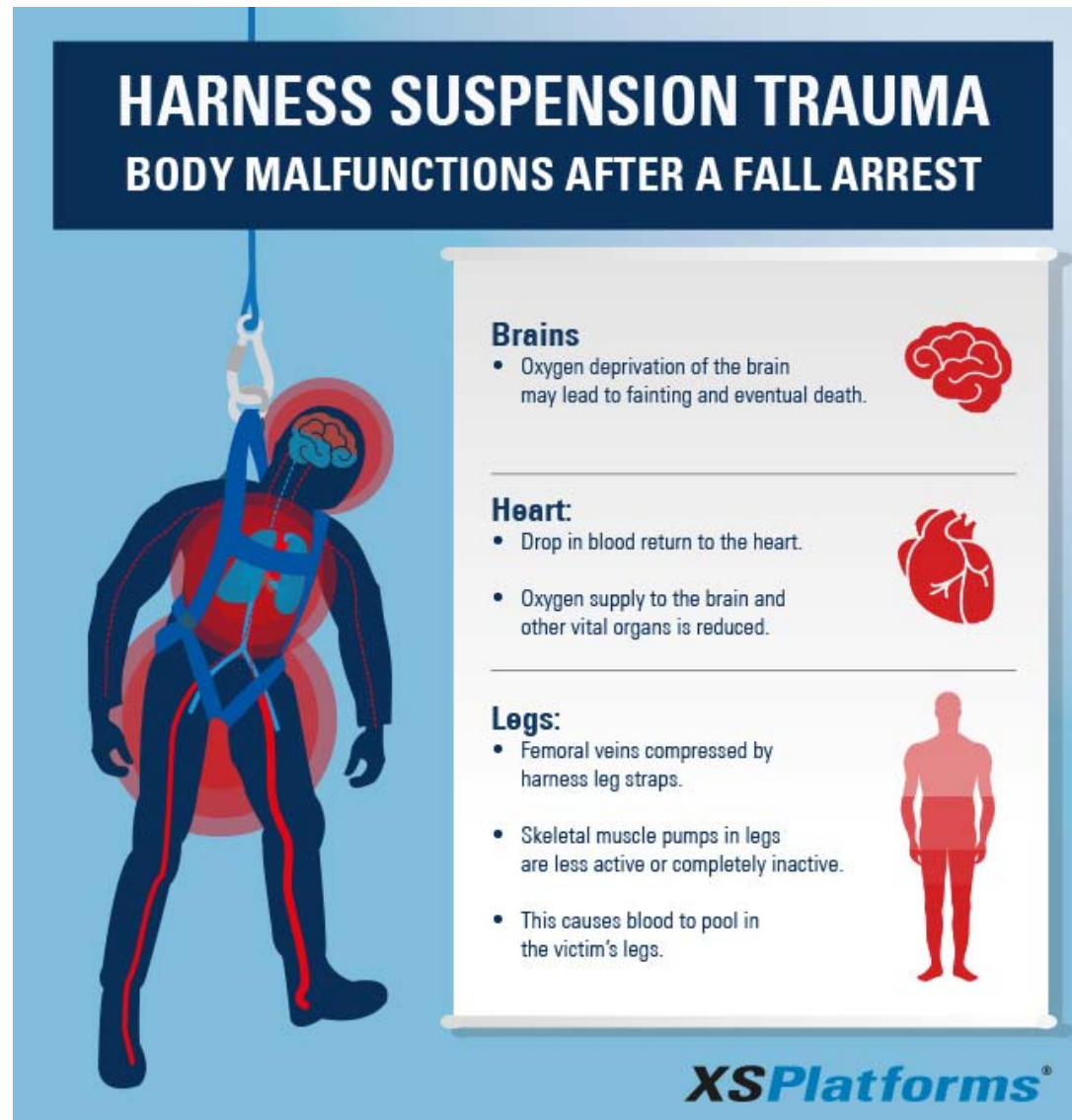


你有多久時間？(15-20MIN)

三. 救援計畫

懸吊創傷(Suspension Trauma)

你的安全帶可能殺了你？



HARNESS SUSPENSION TRAUMA
BODY MALFUNCTIONS AFTER A FALL ARREST

Brains

- Oxygen deprivation of the brain may lead to fainting and eventual death.

Heart:

- Drop in blood return to the heart.
- Oxygen supply to the brain and other vital organs is reduced.

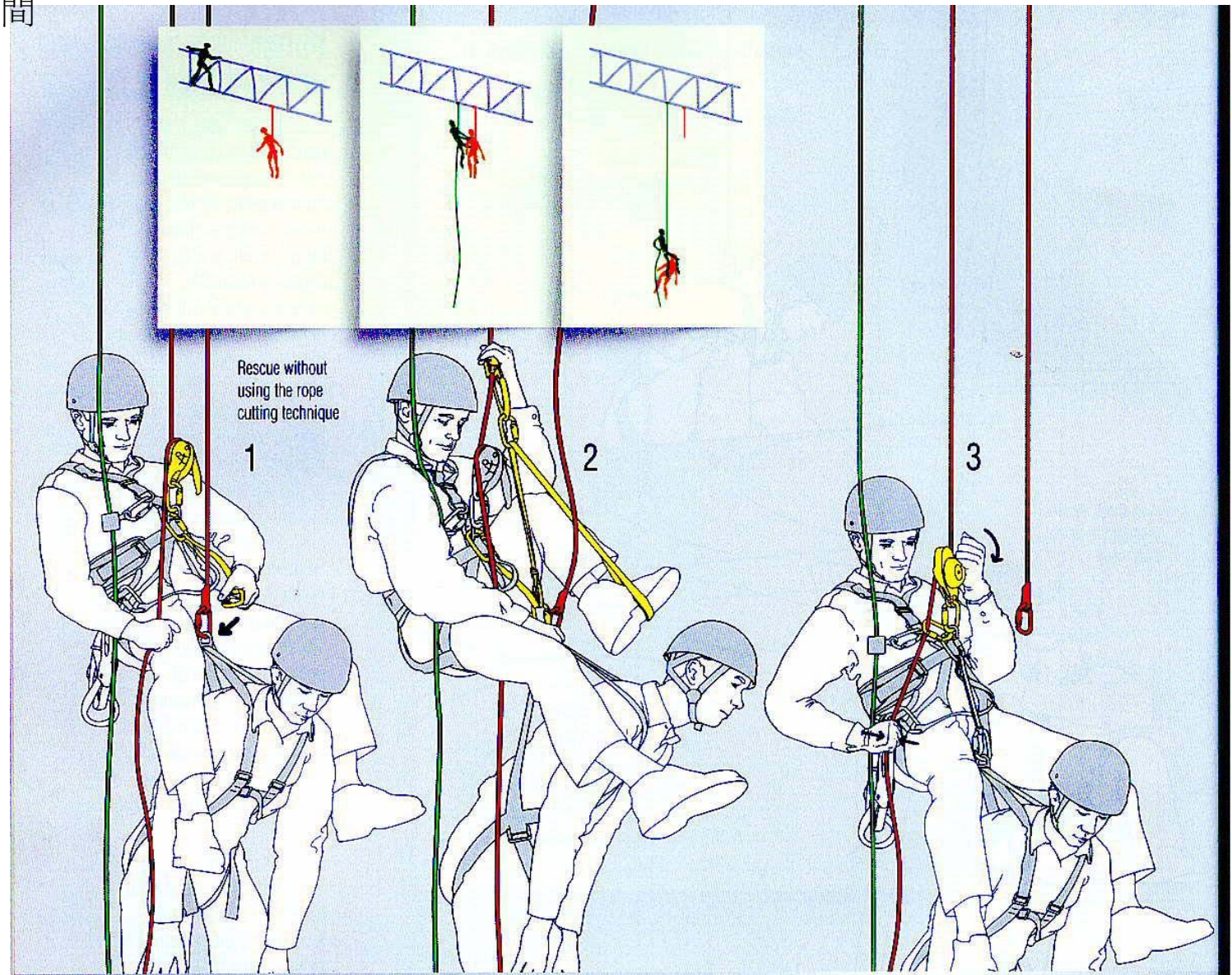
Legs:

- Femoral veins compressed by harness leg straps.
- Skeletal muscle pumps in legs are less active or completely inactive.
- This causes blood to pool in the victim's legs.

XSPlatforms®

三. 救援計畫

1. 延長等待救援時間
2. 自救
3. 救援



三. 救援計畫

1. 延長等待救援時間
2. 自救(Self Rescue)
3. 救援

懸吊圈
Suspension Loop



2點式安全帶
Suspension Loop



三. 救援計畫

3. 救援

3.1 傳統式救援

3.2 救援套件

3.2.1 有著力平台

3.2.2 無著力平台



四. 在屋頂作業的5個習慣可以救你一命

1. 不倒退走
2. 不滑手機(或做其它可以让你分心的事)
3. 不要攀越
4. 爬梯或前進邊緣時動作要放慢
5. 身體重量放下前先試步





敬請指教！